蛋白质含量不同的饲料对树鼩氮平衡的影响

陆锦明 邹如金 季维智 谢云华 严晔 韦云珍

（中国科学院昆明动物研究所 中国实验动物云南灵长类中心 灵长类学联合实验室）

摘　要

本文报道蛋白质含量不同的饲料对树鼩（*Tupaia belangeri chinensis*）氮平衡的影响。五组成长期树鼩（共30只）分别喂以蛋白质含量为10%，15%，20%，25%和30%的配合饲料，为时15天。五组树鼩日均氮的沉积量依次为64.7±18.2毫克，157.6±16.6毫克，276.4±39.4毫克，485.2±73.1毫克和494.1±83.9毫克；氮的沉积率分别为14.9±4.7%，28.8±6.3%，35.2±6.9%，50.6±1.9%和40.4±7.4%。据统计学分析各组日均氮沉积量和沉积率差异极为显著（P＜0.01）。实验结果表明，树鼩饲料中蛋白质的含量以25%较为合适。按采食量折算生长树鼩每日每千克体重应进食52.0～62.0克蛋白质。

关键词：树鼩，蛋白质，饲料，氮平衡

有关树鼩营养的研究报道尚少。国外多数研究机构根据树鼩的野外食性（昆虫，肉食和水果为主食）配制树鼩的饲料（Robert, 1949; Marion, 1964; Bradley, 1974）或用商品猴饲料加水果的办法饲养实验树鼩（Hunt 等，1964; Yousef, 1971; Schwaier, 1973）。国内对树鼩的饲养也有报道（吴小娴等，1981）。尽管以上饲养方法基本能保证树鼩生长和发育需要，但成本昂贵，缺乏营养学依据，在大量饲养中不易推广。为此，我们研究了蛋白质含量不同的饲料对树鼩氮平衡的影响，探讨树鼩的蛋白质需要量以研制树鼩的全价配合饲料。

材料与方法

动物　选用本所繁殖的子一代2个月龄，体重相近的健康树鼩30只，随机分成五组，每组6只（雌雄各半）。各组树鼩试验前的平均体重见表1。

试验方法　试验前10天为预试期，让动物适应新的环境及饲料的变化。正式试验时间为5天。

本文1989年7月17日收到，同年11月15日修回。

树鼩单独关养在25×12×10厘米的铁丝笼内，饲养笼置于30×20×14厘米的瓷盘上以便收集粪便和尿。动物自由摄食饲料，饮水（为蒸馏水，以避免水中含氮物质的影响）。用自动控温器控制饲养室温度为25°C。湿度70%。

五组动物分别喂以蛋白质含为10%，15%，20%，25%和30%的配合饲料。

每天收集排泄物粪和尿混合一起烘干和称重，混匀后采样测定其含氮量，从而计算出每只树鼩每日氮的排出量。记录每只树鼩饲料的摄入量，根据饲料的粗蛋白含量计算出氮的摄取量。氮的摄入量－氮的排出量＝氮的沉积量。氮的沉积率＝氮的沉积量÷氮的摄入量×100%。含氮量的测定采用凯氏半微量定氮法。

表1　树鼩的平均体重

Tab. 1. The Mean Body Weight of Tree Shrews

组 Group	平均体重(克) Mean Body Weight (g) ♂	♀	平均($\bar{X}$) M±S. D
I	116.0±2.9	111.7±4.4	113.8±4.1
II	121.2±2.6	116.9±2.2	119.1±3.2
III	120.1±2.9	110.3±3.3	115.2±6.0
IV	118.7±3.0	111.8±5.4	114.8±5.8
V	121.3±3.1	113.3±3.5	116.6±5.3

正式试验结束，称量各组树鼩的体重。

饲料组成及其营养成份含量　各组饲料均按下列原料按不同的比例配制成膨化饲料：鱼粉、黄豆粉、蚕豆粉、酵母粉、玉米粉、面粉、麸皮、骨粉、蔗糖、食盐、碳酸钙、微量元素、鱼肝油、植物油、抗氧化剂、防霉剂、氨基酸添加剂、调味剂和防病药物。膨化饲料的优点是易于咀嚼和便于贮存，各组饲料的主要成分列于表2。

表2　各组饲料主要成分的含量

Tab. 2. The Main Composition & Content of Formula Feeds

含量和成分 Content & Composition \ 组 Group	I	II	III	IV	V
干物质 Dry Matter (%)	90.64	90.30	90.05	89.85	89.71
粗蛋白 Crude Protein (%)	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00
总能量(大卡/公斤) Gross Energy(Kcal/kg)	3950.5	3948.0	3999.7	4004.7	4009.3
粗脂肪 Ether Extract (%)	8.64	6.80	6.71	6.27	6.42
粗纤维 Crude Fiber (%)	3.76	4.12	4.60	4.64	4.58
无氮浸出物 Nitrogen-free Extract (%)	61.50	56.71	50.30	43.71	31.66
粗灰分 Crude Ash (%)	5.17	5.82	6.58	7.40	7.96

各组日均摄食饲料量见表3。从表3可见各组树鼩日均进食量介于22.4～24.5克之间，统计学分析结果无明显差异（$P>0.05$）。

各组树鼩日均摄氮量见表4。

表4表明，第Ⅴ组日均摄氮最高（1226.7±180.7毫克），第Ⅰ组最低（434.1±118.7毫克）。统计学分析结果表明，各组日均摄氮量差异极显著（$P<0.01$）。多重比较后，除Ⅰ组与Ⅱ组无显著差异外，其余各组组间差异均极显著。

表3　各组树鼩日均饲料进食量
Tab. 3. The Mean Daily Feed Intake of Tree Shrews

组 Group	日均饲料摄入量(克) Mean Daily Feed Intake(g) ♂	♀	平均($\bar{X}$) (M±S. D)
Ⅰ	26.4±8.3	22.6±4.1	24.5±6.7
Ⅱ	23.7±7.6	21.2±5.7	22.4±6.7
Ⅲ	27.3±5.7	21.6±4.2	24.4±5.9
Ⅳ	22.9±3.8	23.2±6.5	23.0±5.2
Ⅴ	23.7±3.5	25.1±3.6	24.4±3.6

表4　各组树鼩日均摄氮量
Tab. 4. The Mean Daily Nitrogen Intake of Tree Shrews

组 Group	日均氮摄入量(毫克) Mean Daily Nitrogen Intake (mg) ♂	♀	平均($\bar{X}$) (M±S. D)
Ⅰ	467.8±147.0	400.5±72.2	434.1±118.7
Ⅱ	580.0±186.0	518.8±139.7	548.2±164.0
Ⅲ	886.9±185.5	702.1±136.7	749.5±192.0
Ⅳ	953.2±158.2	965.1±270.6	957.4±216.4
Ⅴ	1194.5±175.7	1259.3±180.7	1226.7±180.7

各组树鼩日均排泄物重量见表5。

各组动物日均排泄物的重量在10.8～15.9克之间，经统计学分析，除Ⅳ组和Ⅴ组间有显著差异外（$0.01<P<0.05$），其余各组间无显著差异（$P>0.05$）。

各组树鼩日均排氮量见表6。

第Ⅴ组日均排氮量最高（732.6±225.0毫克），统计学分析表明，第Ⅴ组与其他组之间差异显著，其余各组之间无显著性差异。

表5　各组树鼩日均排泄物重量
Tab. 5. The Mean Daily Excreta Weight of Tree Shrews

组 Group	日均排泄物重量(克) Mean Daily Excreta Weight* (g) ♂	♀	平均($\bar{X}$) (M±S. D)
Ⅰ	15.1±7.7	11.6±3.2	13.3±6.0
Ⅱ	12.4±5.7	10.2±3.6	11.3±4.9
Ⅲ	15.8±3.9	12.4±3.6	14.4±4.1
Ⅳ	10.0±2.5	11.5±4.0	10.8±3.3
Ⅴ	14.5±2.5	16.9±2.6	15.9±2.8

* 排泄物＝尿＋粪便
Excreta = Urine + Feces

表6　各组树鼩日均排氮量
Tab. 6. The Mean Daily Excreted Nitrogen Amount of Tree Shrews

组 Group	日均排氮量(毫克) Mean Daily Excreted Nitrogen Amout*(mg) ♂	♀	平均($\bar{X}$) (M±S. D)
Ⅰ	402.8±163.2	336.1±69.8	369.4±127.2
Ⅱ	422.7±178.4	361.2±130.2	390.6±156.5
Ⅲ	603.1±197.1	433.2±145.5	518.1±196.3
Ⅳ	463.2±124.2	484.9±230.7	472.2±183.8
Ⅴ	657.9±223.4	807.2±211.0	732.6±225.0

* 排泄氮＝尿氮＋粪便氮
Excreted Nitrogen = Urinary Nitrogen + Fecal Nitrogen

各组日均氮的沉积量见表7。

从表7可见，氮的沉积量第Ⅰ组最低（64.7±18.2毫克）；第Ⅴ组最高（494.1±83.9毫克）。统计学分析结果表明，Ⅴ组和Ⅳ组均与Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组有极显著差异，Ⅰ组与Ⅱ组间有显著差异，而Ⅲ组与Ⅳ组则无显著性差异。

各组日均氮的沉积率见表8。

统计学分析结果表明，各组平均沉积率差异极为显著（P＜0.01），多重比较结果为Ⅳ组与其他各组之间均有极显著差异；Ⅴ组与Ⅰ、Ⅱ组之间，Ⅰ组与Ⅱ、Ⅲ组之间亦有极显著差异；Ⅱ组与Ⅲ组，Ⅲ组与Ⅴ组之间则无显著性差异。

表7 各组树鼩日均氮的沉积量

Tab. 7. The Mean Daily Deposited Nitrogen Amount of Tree Shrews

组 Group	日均氮沉积量(毫克) Mean Daily Deposited Nitrogen Amount (mg) ♂	♀	平均($\bar{X}$) (M±S. D)
Ⅰ	65.0± 16.2	64.4± 23.8	64.7±18.2
Ⅱ	157.4± 17.0	157.8± 20.3	157.6±16.6
Ⅲ	283.8± 60.3	268.9± 9.3	276.4±39.4
Ⅳ	490.1± 37.5	480.2±108.9	485.2±73.1
Ⅴ	536.1±112.0	452.1± 41.2	494.1±83.9

表8 各组树鼩平均氮的沉积率

Tab. 8. The Mean Nitrogen Deposited Rate of Tree Shrews

组 Group	平均氮的沉积率(%) Mean Nitrogen Deposited Rate (%) ♂	♀	平均($\bar{X}$) (M±S. D)
Ⅰ	13.9±5.7	16.1±4.5	14.9±4.7
Ⅱ	27.1±8.5	30.4±4.9	28.8±6.3
Ⅲ	32.0±6.0	38.3±2.3	35.2±6.9
Ⅳ	51.1±1.7	49.6±1.7	50.6±1.9
Ⅴ	44.9±8.6	35.9±1.4	40.4±7.4

各组树鼩试验期平均增重见表9。

在试验期间各组树鼩体重均有所增加，其中第Ⅴ组体重增重量最大（9.89±1.67克），第Ⅰ组增重量最小（1.28±0.35克）。结果与氮的沉积量基本一致。

表9 试验期间各组树鼩的平均增重量

Tab. 9. The Mean Weight Grain of Tree Shrews During Experiment

组 Group	平均增重量 Mean Weight Grain (g) ♂	♀	平均($\bar{X}$) (M±S. D)
Ⅰ	1.30±0.32	1.26±0.45	1.28±0.35
Ⅱ	3.12±0.34	3.14±0.41	3.13±0.33
Ⅲ	5.66±1.21	5.40±0.20	5.53±0.76
Ⅳ	9.78±0.73	9.60±2.15	9.69±1.43
Ⅴ	10.68±2.23	9.10±0.84	9.89±1.67

讨 论

氮平衡试验是目前研究蛋白质需要量和利用率较为可靠的方法，因而普遍用于动物营养研究（许振英，1979）。本试验应用此方法研究了树鼩的蛋白质需要量，获得了上述结果。

树鼩的采食量不受饲料中蛋白质含量的影响，但随着饲料中蛋白含量的增加氮的摄入量便随之增加。

尽管饲料中蛋白质的含量与树鼩排泄物的重量无关，但排泄物中氮的含量随饲料中蛋白质的含量的增加而增加。随着饲料中蛋白质的含量增加，氮在体内的沉积率也相应地增加，但饲料中蛋白含量高于25%时，氮的沉积量无明显地增加而趋于稳定。饲料中蛋白质的含量与体内氮的沉积量的关系如图1。从图1可见，饲料中蛋白质含量高于25%时，雌性树鼩的氮沉积量稍有下降，雄性树鼩则略有增加，但平均值变化不大。

在一定范围内，氮的沉积率随饲料中蛋白质的含量而增加，当饲料中蛋白质含量超过25%时，氮的沉积率反而下降。说明饲料中粗蛋白的含量超过树鼩的需要量时，氮的消化、吸收和利用率下降。这不仅造成蛋白质的浪费，而且还会影响树鼩的生长和健康。饲料中蛋白质的水平与树鼩体内沉积率关系见图2。

随着饲料蛋白质含量的增加，树鼩体重的增长速度也随之增加，但蛋白质的含量高于25%时，则无显著差异。树鼩体重增长速度与氮的沉积量成正相关。

目前，国内外有关树鼩蛋白需要量尚无专门的研究报道，在树鼩生长和繁殖的研究中所采用的饲料蛋白质水平各不相同。美国新英格兰灵长类研究中心（Hunt等，1967）用蛋白质含量15%的Purina猴饲料饲养树鼩时，发现各种血液学指标均正常。Schwaicr（1973）用蛋白质含量为24.5%特制软颗状标准饲料饲养树鼩时获得满意的结果。

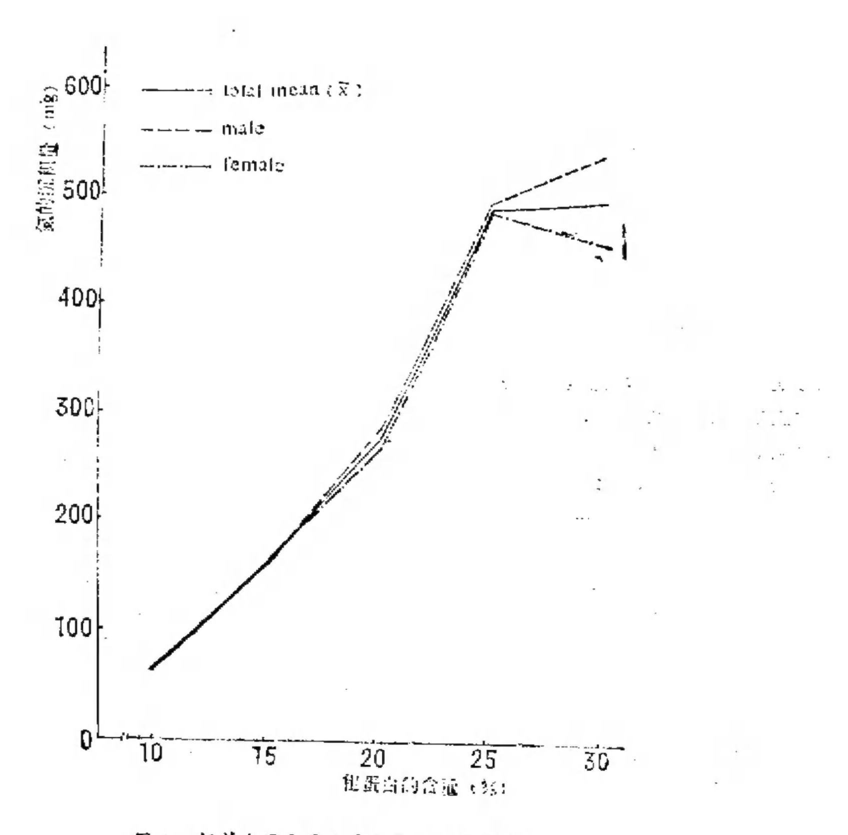


图1　饲料中蛋白质含量与氮沉积量的关系

Fig. 1. The Relation between Feed Crude Protein Content and Nitrogen Deposited Amount

根据本试验结果和我所近年饲养繁殖树鼩的经验（邹如金等，1987），作者认为，树鼩饲料的蛋白质含量以25％为宜。按体重和采食量可以得出，树鼩每日每千克体重应摄入52.0～62.0克粗蛋白质。

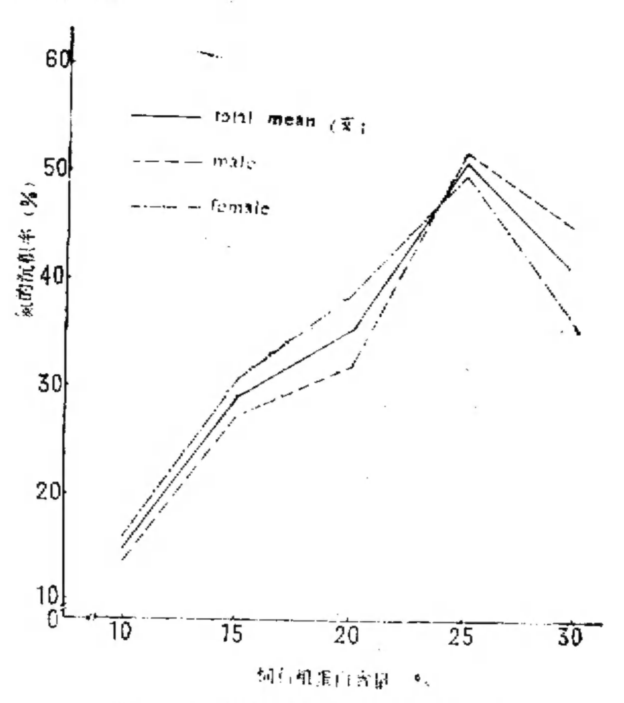


图2 饲料中蛋白质含量与氮沉积率关系

Fig. 2. The Relationship Between Feed Crude Protein Content and Nitrogen Deposited Rate

参 考 文 献

吴小鹏等 1981 树鼩的实验室饲养和繁殖。动物学杂志 （2）:38—41。

邹如金等 1987 树鼩的繁殖。 动物学研究 8（3）:231—237。

许振英等 1979 家畜饲养学 p.185—190 农业出版社。

Bradley, S. R. *et al.* 1974 Temperature Regulation in the tree Shrew (*Tupaia glis*). *Comp. Biochem. Physiol.* 48:55—60.

Hunt, R. D. *et al.* 1967 The Hemogram of the Tree Shrew (*Tupaia glis*). *Folia Primat.* 7:34—36.

Marion, W. S. 1964 The behavior of Tree Shrews in Captivity. *Zoology* 4316—4317.

Robert, S. 1949 Breeding of the Philippine Tree shrew, *Urogale Everetti* Thomas. *J. Mammalogy* 30:194—195.

Schwaier, A. 1973 Breeding tupaias (*Tupaia belangeri*) in Captivity. *Z. Versuchstierk Bd.* 15:255—271.

Yousef, M. K. *et al.* 1971 Oxygen consumption of Tree shrews, Effects of ambient temperatures. Comp. Biochem. Physiol. 38A:709—712.

THE FEED CONTAINED DIFFERENT PROTEINTS INFLUENCES THE NITROGEN BALANCE IN TREE SHREWS

Lu Jinming Zou Rujin Ji Weizhi Xie Yunhua Yan Ye Wei Yunzhen

(Joint Laboratory of Promatology, KIZ and YNLPC)

The present paper dealt with the feed containt different proteins influences the nitrogen balance in tree shrews. For a period of 15-days, five groups of tree shrews (total of 30) were fed formula feeds containing 10%, 15%, 20%, 25%, and 30% crude protein, respectively. The mean daily deposited nitrogen amount of five group animals was 64.7±18.2 mg, 157.4±16.6 mg, 276.4±39.4 mg, 485.2±73.1 mg, and 494.1±83.9 mg, respectively. The mean nitrogen deposited rate of five group animals was 14.9±4.7%, 28.8±6.3%, 35.2±6.9%, 50.6±1.9%, and 40.4±7.4%, separately. According to statistical analysis, there are extremely remarkable differences between five group animals in the mean daily deposited nitrogen amount and the mean nitrogen deposited rate ($P<0.01$). The above results indicate that the formula feed containing 25% crude protein is advantageous to the health of growing tree shrews and saving on feeding cost under our feeding condition, or more accurately, it is appropriate that a growing tree shrews ingests 52.0—62.0 g crude protein/kg body weight per day.

Key words: Tree shrew, Protein, Formula feed, Nitrogen balance